

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-155432

(43)Date of publication of application : 28.06.1988

(51)Int.Cl.

G11B 7/135  
G02B 5/18

(21)Application number : 61-301716

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 19.12.1986

(72)Inventor : KATO MASAYUKI

MAEDA TOMOJI

YAMAGISHI FUMIO

IKEDA HIROYUKI

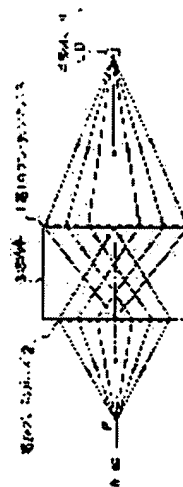
INAGAKI YUSHI

### (54) GRATING LENS OPTICAL SYSTEM

#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a beam spot generating no aberration, and a focal position which is not shifted from a prescribed point, by constituting the titled system so that both of two grating lenses have a prescribed spatial frequency distribution in rotational symmetry with regard to an optical axis, and crossed diffracted rays are focused to one prescribed point.

**CONSTITUTION:** A first grating lens 1 has a prescribed space frequency distribution in rotational symmetry with regard to an optical axis, allows diffracted rays from two optical points being symmetrical with regard to the optical axis to be intersected on the optical axis in a transparent body 3 and makes them incident on a second grating lens 2. The second grating lens 2 has a prescribed spatial frequency distribution in rotational symmetry with regard to the optical axis, and focuses intersected and diffracted rays to one prescribed point P. In such a way, even against the wavelength variation of an incident light, a satisfactory beam spot for generating no aberration, and a stable focusing position which is not shifted from a prescribed point are obtained.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-155432

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月28日

G 11 B 7/135  
G 02 B 5/18Z-7247-5D  
7529-2H

審査請求 有 発明の数 1 (全12頁)

⑮ 発明の名称 グレーティングレンズ光学系

⑯ 特 願 昭61-301716

⑰ 出 願 昭61(1986)12月19日

⑱ 発 明 者 加 藤 雅 之 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑱ 発 明 者 前 田 智 司 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑱ 発 明 者 山 岸 文 雄 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑱ 発 明 者 池 田 弘 之 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内  
⑲ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
⑳ 復代理人 弁理士 大菅 義之  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

グレーティングレンズ光学系

## 2. 特許請求の範囲

1) コヒーレント光源から発せられた光が入射するインライン型の第1のグレーティングレンズ

(1. 11)と、

該第1のグレーティングレンズを透過した回折光を光軸上の所定の1点に集束させるインライン型の第2のグレーティングレンズ(2. 12)とを、

相対する平行な2面を有する透明体(3)の該2面に形成したグレーティングレンズ光学系であって、

前記第1のグレーティングレンズは、前記光軸に関して回転対称の所定の空間周波数分布を有し、前記光軸に関して対称な任意の2点からの回折光を前記透明体内の前記光軸上で交差させて前記第2のグレーティングレンズに入射させることと、

前記第2のグレーティングレンズは、前記光軸に関して回転対称の所定の空間周波数分布を有し、前記交差した回折光を前記所定の1点に集束させることとを特徴とするグレーティングレンズ光学系。

2) 前記第1のグレーティングレンズ(1)に入射する光は発散光であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のグレーティングレンズ光学系。

3) 前記第1及び第2のグレーティングレンズ(1. 2)の空間周波数分布は、平面波を集束させるインライン型グレーティングレンズの空間周波数分布に、レンズ中心とレンズ外周との間で極大値を持つ軸対称の空間周波数分布を加え合わせた分布であることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のグレーティングレンズ光学系。

4) 前記第1のグレーティングレンズ(11)に入射する光は平行光であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のグレーティングレンズ光学系。

## 特開昭63-155432(2)

5) 前記第1及び第2のグレーティングレンズ(11、12)の空間周波数分布は、レンズ中心から外周に向かってなめらかに増加する分布であることを特徴とする特許請求の範囲第4項記載のグレーティングレンズ光学系。

6) 前記第2のグレーティングレンズ(12)の空間周波数分布は、平面波を集束させるインライン型グレーティングレンズの空間周波数分布に、レンズ中心から外周に向かってなめらかに減少する空間周波数分布を加え合わせた分布であることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載のグレーティングレンズ光学系。

7) 前記なめらかに減少する空間周波数分布の帯域が前記第1のグレーティングレンズ(11)の空間周波数分布の帯域に等しいことを特徴とする特許請求の範囲第6項記載のグレーティングレンズ光学系。

8) 前記第1、第2のグレーティングレンズはアレイ状に複数対配列されることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第7項のいずれか1つに記載

のグレーティングレンズ光学系。

## 3. 発明の詳細な説明

## (概 要)

本発明は、コヒーレント光源から発せられた光を第1、第2のインライン型グレーティングレンズを用いて1点に集束させるグレーティングレンズ光学系であって、上記第1、第2のインライン型グレーティングレンズに所定の周波数分布を持たせて、両レンズ間の透明体内部で光軸に関して対称な2光線を交差させ、その後に1点に集束させるようにしたことにより、入射光の波長変動に対しても、収差のない良好なビームスポットと、ずれのない安定した焦点位置とを得ることができるようにし、従ってグレーティングレンズの幅広い実用化を可能にしたものである。

## (産業上の利用分野)

本発明は、グレーティングレンズを組み合わせて集束機能を持たせたグレーティングレンズ光学

系に関する。

昨今、コヒーレント光源からの光を1点に集束させる機能を必要とする光学系、例えば光ディスク装置の光ピックアップ等においては、(i)装置の小型化、(ii)アクセス時間の短縮化、(iii)低価格化等を実現するために、従来の光学素子と比較して薄型、軽量、小型であって、しかも量産性に富んでいるグレーティングレンズの使用が検討されている。

## (従 来 技 術)

従来のインライン型グレーティングレンズを第12図に示す。このレンズは、同図(a)に示すように、例えばある特定の波長 $\lambda_0$ の平行光束のみを1点に集束させる機能を有している。そのため、上記 $\lambda_0$ よりも長い波長 $\lambda$  ( $> \lambda_0$ )の光に対しては、同図(b)に示すように収差が発生し、良好な集束性能が得られなくなるとともに焦点位置が光軸方向に変化する。また、 $\lambda_0$ よりも短い波長に対しては、同様に収差が発生し、焦点位置変動

が起こる。

このような現象は、光を回折により曲げるレンズにおいて共通で、例えば第13図に示す体積型ホログラムレンズ(同図(a))、表面レリーフ型グレーティングレンズ(同図(b))、ブレース化グレーティングレンズ(同図(c))のいずれにおいてもあてはまる。また、第14図に示すようなオフアクシス型グレーティングレンズの場合は、同図(a)に示すように波長が $\lambda_0$ のときに無収差であって、も波長が変化すると同図(b)に示すように、収差が発生するばかりでなく、焦点位置が光軸からずれてしまう。

このようにグレーティングレンズは、薄型、軽量、小型である等の利点を有する反面、使用波長が所定の値( $\lambda_0$ )からずれると収差が発生して集束性能が劣化するとともに、焦点位置もずれてしまうという性質を持っている。

## (発明が解決しようとする問題点)

光ディスク装置の光ピックアップにおいては、

## 特開昭63-155432(3)

コヒーレント光源として半導体レーザを用いている。半導体レーザには、一般に単一モードレーザと多モードレーザとがあり、その発振波長の様子をそれぞれ第15図(a)、(b)に示した。従来の一般的な光ピックアップでは、通常の光学レンズを用いているため、レーザ光の波長変化によっては光ディスクに対する読取り、書き込み等に影響するようなビームスポット変化は生じない。よって、上記単一モードレーザと多モードレーザのいずれも使用可能である。これに対して、光ピックアップにグレーティングレンズを用いようとした場合は、上述したように波長変動による影響が大きいので、単一モードの半導体レーザしか使用できない。

ところが、単一モードの半導体レーザであっても、その発振波長が温度に応じて変化するという特性を持っている。第16図に、単一モード半導体レーザにおける発振波長と周囲温度との関係

(ただし、レーザ出力は一定条件下)を示す。同図に明らかなように、(a)波長が温度変化とともに徐々に連続して変化する、(b)ある温度 $T_1$ で不連

続的に波長が変化する(いわゆるモードホップ)、(c)ある温度 $T_2$ においては2つ以上の波長が存在する、といった現象が存在する。

従って、例えばグレーティングレンズを用いた光ピックアップにおいては、たとえ単一モードの半導体レーザを光源として使用した場合であっても、その温度が変化した時には、上記の現象により波長も変化するため、グレーティングレンズによる集光スポット品質が劣化し、しかも焦点位置が変化してしまう場合も生じる。これらのことは、光ディスク媒体上におけるスポットのビーム径拡大、トラックずれの発生、フォーカスずれの発生等につながる。特に、第16図に示したモードホップによって波長が変化した場合は、その変化が不連続的であるため、現状のサーボ機構では全く追従できないという問題がある。

そのため、外部に温度調整機能を設けて半導体レーザの温度を適切値に維持しようとする試みもあるが、光ディスクに対する書き込み時と読取り時とでは半導体レーザの駆動電流が異なるので、ジ

ャンクシヨンの温度が急激に変化してしまい、よって外部の温度調整機構では精度よく制御することはできない。

本発明は、上記問題点に鑑み、入射光の波長変動に対しても、収差の生じない良好なビームスポットと、所定点からずれることのない安定した焦点位置とを得ることが出来、従って光ディスク装置の光ピックアップを初めとする各種分野への応用を可能にするグレーティングレンズ光学系を提供することを目的とする。

## (問題点を解決するための手段)

本発明のグレーティングレンズ光学系は、コヒーレント光源からの光が入射するインライン型の第1のグレーティングレンズと、これを透過した回折光を光軸上の所定の1点に集束させるインライン型の第2のグレーティングレンズとを、相対する平行な2面を有する透明体の上記2面上に形成したものであって、第1、第2のグレーティングレンズはいずれも光軸に関して回転対称な所定

の空間周波数分布を有し、第1のグレーティングレンズが光軸に関して対称な任意の2点からの回折光を上記透明体内の光軸上で交差させ、第2のグレーティングレンズがこの交差した回折光を上記した所定の1点に集束させるようにしたものである。

## (作 用)

上記構成において、第1のグレーティングレンズの任意の1点に同一方向から入射した、互いに異なる波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の2つの光の進路を考えてみる。まず、第1のグレーティングレンズによって、波長 $\lambda_1$ の光は波長 $\lambda_2$ の光よりも大きな角度で回折されるとともに、これらの回折光はいずれも透明体内で光軸と交わった後に、第2のグレーティングレンズ上に到達する。これらの光の到達点の光軸からの距離は波長 $\lambda_1$ の光の方が波長 $\lambda_2$ の光よりも遠い。次に、これらの光は上記第2のグレーティングレンズによって回折されるが、この時、波長 $\lambda_1$ の光が波長 $\lambda_2$ の光より

## 特開昭63-155432 (4)

も大きな角度で回折されるので、2つの光の間隔は次第に狭まっていき、最終的には1点で交わる。よって、上記2つのグレーティングレンズに所定の空間周波数分布を持たせておくことにより、上記2つの光の交わる点を上記光軸上の所定の1点に置くことができる。

以上のことは第1のグレーティングレンズのどの点に入射した光についても言うことが出来、しかも上記空間周波数分布は光軸に関して回転対称としてあるので、入射した光はその波長が変化したとしても、光軸上の上記所定の1点に集束され、従って収差や焦点位置ずれが生じることはなくなる。

## (実 施 例)

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

第1図は、本発明の第1の実施例を示す構成図である。本実施例は、インライン型の第1、第2のグレーティングレンズ1、2を同一光軸（一点

傾線）上に位置するように、透明体（例えばガラス板等）3の互いに平行な2面上に形成した構成であり、光軸上の半導体レーザLDからの発散光を第1のグレーティングレンズ1で光軸側に回折させ、透明体3内部の光軸と一旦交差させた後に、第2のグレーティングレンズ2によって光軸上の所定の点Pに集束させるようにしたものである。

上記第1のグレーティングレンズ1は、光軸に関して回転対称の所定の空間周波数分布を有しており、光軸に関して対称な任意の2点からの回折光が透明体3内部の光軸上で交差するようにしてある。また、上記第2のグレーティングレンズ2は、光軸に関して回転対称の所定の空間周波数分布を有しており、上記交差した回折光が光軸上の1点（点P）に集束するようにしてある。

次に、上記グレーティングレンズ1、2の空間周波数分布の具体的な決定方法について、第2図を用いて以下(i)～(iv)で述べる。なお、半導体レーザLDとグレーティングレンズ1との距離を $\ell_1$ 、2つのグレーティングレンズ1、2間

の距離を $d$ 、グレーティングレンズ2と点Pとの距離を $\ell_2$ とする。

(i) まず、半導体レーザLDを発してグレーティングレンズ1の最外周の点 $R_1$ に達する、波長 $\lambda$ の光線を考える。この光線は、点 $R_1$ で回折され、透明体3を通過してグレーティングレンズ2の中心の点 $r_1$ （ $=0$ ）に達し、ここで更に回折されて点Pに達するものとする（第2図中の実線a）。すると、上述した光路（LD→ $R_1$ → $r_1$ →P）を仮定することにより、点 $R_1$ 、 $r_1$ における空間周波数 $F_1$ 、 $f_1$ が決定される。

(ii) 次に、上記光線の波長が $\lambda$ から $\lambda$ （ $>\lambda$ ）に変わった場合について考える。半導体レーザLDから点 $R_1$ へと進んだ波長 $\lambda$ の光線は、点 $R_1$ において、波長が $\lambda$ のときよりも大きな角度で回折され、透明体3を介してグレーティングレンズ2上の点 $r_2$ に達する（破線b）。ここで、波長が $\lambda$ であるときでも点Pに集束するという条件から、点 $r_2$ における空間周波数 $f_2$ が決定される。

(iii) 波長が $\lambda$ の場合に戻り、点 $r_2$ で回折されて点Pに達する波長 $\lambda$ の光線がグレーティングレンズ1上のどここの点から来るのかを逆に求める（実線c）。そのグレーティングレンズ1上の点を $R_2$ とすると、点 $R_2$ での回折光が半導体レーザLDに達するという条件から、点 $R_2$ における空間周波数 $F_2$ が決定される。

(iv) 再び波長が $\lambda$ になった場合を考え、上記(ii)と同様にしてグレーティングレンズ2上の点 $r_3$ （不図示）とその空間周波数 $f_3$ を求める。そして波長を $\lambda$ に戻し、上記(iii)と同様にしてグレーティングレンズ1上の点 $R_3$ （不図示）とその空間周波数 $F_3$ を求める。このようにして点 $R_n$ （ $n=1, 2, 3, \dots$ ）がグレーティングレンズ1の中心に達するまで上記(ii)及び(iii)の過程を繰り返すことにより、グレーティングレンズ1、2における半径方向の空間周波数分布が決定される。なお、第2のグレーティングレンズ2の径は点 $r_n$ の位置で決定され、通常は $\ell_2 \geq \ell_1$ のときは $|r_n| \geq |R_1|$ 、 $\ell_2 < \ell_1$

## 特開昭63-155432(5)

のときは  $|r_a| < |R_1|$  となる。

以上のようにしてグレーティングレンズ1, 2の空間周波数分布を決定することにより、半導体レーザーLDからの発散光が、基準となる波長 $\lambda_0$ とは異なる波長 $\lambda$ であっても、これを実用上無収差で点Pに集束させることが出来る。更に、 $\lambda_0 = 830 \text{ nm}$ を固定し、 $\lambda$ を種々の値に変えて同じように空間周波数分布を計算すると、 $\lambda = \lambda_0 \pm 20 \text{ nm}$ の場合においても $\lambda = 830.3 \text{ nm}$ の場合とほぼ完全に一致した空間周波数分布が得られることがわかった。このことから、例えば $\lambda_0 = 830 \text{ nm}$ 及び $\lambda = 830.3 \text{ nm}$ の光に対して空間周波数分布を決定すれば、 $\lambda = 830 \pm 20 \text{ nm}$ の光に対しても上記所定の一点に集束させることができるようになる。

次に、上述したようにして決定された空間周波数分布の特徴を明確にするため、第3図に示すように、グレーティングレンズ1, 2の回折機能を、それらの間側と外側とに分割して考える。するとグレーティングレンズ1, 2は、光軸方向に進む平面波によって、それぞれ等価的に2つのグレー

ティングレンズ1a, 1b; 2a, 2bに分割することが出来る。それとともに、グレーティングレンズ1, 2の空間周波数を $F, f$ とすれば、 $F, f$ がそれぞれ $F_1, F_2; f_1, f_2$ に分割され、 $F = F_1 + F_2, f = f_1 + f_2$ なる関係が成り立つ。ここで、グレーティングレンズ1a, 2aは、平面波を1点に集束させるインライン型のグレーティングレンズであって、第12図に示した従来のものと同等である。これに對しもう一方の側のグレーティングレンズ1b, 2bではその空間周波数 $F_2, f_2$ が、レンズ中心とレンズ外周との間の領域に極大値(MAX)を持つ特殊な分布を有している。

これらのことから、グレーティングレンズ1, 2の特徴は第4図に示すように説明できる。すなわち、平面波を集束させる一般的なインライン型グレーティングレンズ1a, 2aの空間周波数分布に、レンズ中心とレンズ外周との間で極大値を持つ軸対称の空間周波数分布(グレーティングレンズ1b, 2bの空間周波数分布)を補償要素と

して加え合わせたものが、それぞれグレーティングレンズ1, 2の空間周波数分布であると言える。

本実施例において、第2図に示した方法を用い、例えば波長830 nmと830.3 nmの光に対して無収差となるようにグレーティングレンズ1, 2の空間周波数分布を決定した場合、実用上無収差とみなせる条件(収差のRMS値 $< 0.07 \lambda$ 、最大値 $< 0.25 \lambda$ )より、例えば830  $\pm 20 \text{ nm}$ 程度の波長に対しても無収差を維持できることがわかった。しかも、本実施例のグレーティングレンズ光学系では、焦点位置ずれも無い。従って本実施例によれば、半導体レーザーの温度変化に伴う連続的な波長変化、モードホップ、更には多モードレーザ等に対しても、良好なビームスポット及び安定な焦点位置を得ることができる。

また、2つのグレーティングレンズ1, 2を透明体3の両面に形成したので、光学系全体が一体化されており、よってグレーティングレンズ1, 2間の相対位置を固定することができ、相互の位置ずれが発生することはない。更に、グレーティ

ングレンズ1, 2間が空気である場合(特願昭61-220870号)と比べ、グレーティングレンズ1, 2の空間周波数を平均的に高くすることができ、よってグレーティングのブレース化を図らなくとも光使用効率を一段と向上させることができる。それと共に、上述したように波長変動に対して補償し得る範囲(波長範囲)も、一段と増大する。

更に本実施例は、上述したように第1, 第2のグレーティングレンズ1, 2が透明体3を介して一体化されており、しかも軸対称な構成であることから、これらグレーティングレンズ光学系と半導体レーザーLDとを容易に一体化することができる。その一体化によって得られる半導体レーザー光集束モジュールの一例を第5図に示す。同図においては、円筒状の外枠部4内に、グレーティングレンズ1, 2の形成された透明体3を嵌め込み、これをリング状のねじ部材15で固定する。そして、ヒートシンクを兼ねた、雄ねじの切られたマウント部材6の回転中心に半導体レーザーLDを配置し、マウント部材6を回転させて半導体レーザ

## 特開昭63-155432 (6)

LDを光軸上の適当な位置に設定する。このようにして一体化された半導体レーザ光集束モジュールは、寸法的には例えば6mmφ×10mm程度と非常にコンパクトなものとなる。

次に、本実施例のグレーティングレンズ光学系を光ピックアップの光学系に適用した一例を第6図(a)に示す。同図では、透明体3の両面に形成された第1、第2のグレーティングレンズ1、2の他に、部分透過鏡7、リング状のミラー8及び第3のグレーティングレンズ9を備えている。部分透過鏡7は、第1のグレーティングレンズ1と透明体3との間に形成されており、この透過率は点Pにおいて必要な光強度あるいは半導体レーザLDへの戻り光量の適正值を考慮して決定される。ミラー8は、透明体3の内部であって、第1、第2のグレーティングレンズ1、2間の所定位置に配置され、その中央にグレーティングレンズ1、2間の回折光を通過させ得る大きさの中空部8aを有すると共に、部分透過鏡7側の面がリング状の鏡面となっている。第3のグレーティングレン

ズ9は、第1のグレーティングレンズ1の外周部であって透明体3の同一面上に形成されており、光軸に関して回転対称に光を集束させる空間周波数分布を有している。

上記構成において、半導体レーザLDからの発散光は、第1図で示したと同様に、第1のグレーティングレンズ1、透明体3及び第2のグレーティングレンズ2を介して、光ディスク媒体M上の点Pに集束される。点Pから反射された信号光は往路を戻り、すなわち第2のグレーティングレンズ2を介しリング状のミラー8の中空部8aを通過して第1のグレーティングレンズ1に向かうが、この信号光の一部は部分透過鏡7によって反射される。ここで反射された信号光は、光軸の外側へ拡がる発散波となるが、リング状のミラー8によって再び反射され、第1のグレーティングレンズ1の外周部に達する。この領域には第3のグレーティングレンズ9が形成されているので、ここに達した信号光は第3のグレーティングレンズ9によって光軸対称に集束され、光検知器Dに入射す

る。光検知器Dは半導体レーザLDを囲むリング状の受光面を持ち、第3のグレーティングレンズ9からの集束光を無駄無く検知できるようになっている。

このようにして、光ディスク媒体M上からの信号光は、第2、第3のグレーティングレンズ2、9を介して光検知器Dに導かれるが、この際、これら第2、第3のグレーティングレンズ光学系においても上記第1、第2のグレーティングレンズ光学系と同様にして波長変動が補償されるので、光検知器D上での信号光の収差や焦点位置ずれが抑制される。

なお、上述した部分透過鏡7は、第1のグレーティングレンズ1を透明体3に形成する前に、例えばA<sub>2</sub>蒸着等の方法で作ることができる。リング状のミラー8は、例えば第6図(b)に示すように、透明体3を2つの透明体3a、3bで構成し、これらが互いに接着されるようにしておき、その接着前にいずれか一方の接着面にA<sub>2</sub>蒸着等を施すことにより形成することができる。その際の接着

剤は、例えば紫外線硬化型光学接着剤のように、硬化後の屈折率が透明体3の屈折率とほぼ等しくなるものが望ましい。

上述したように本実施例のグレーティングレンズ光学系を光ピックアップに適用すれば、グレーティングレンズの利点(薄型、小型、軽量)を活かして光学系を容易に一体化できる。第7図は、その一体化された光学系(これをAとする)をアクチュエータBに搭載し、光ピックアップを構成した場合の一例を示したものである。上記アクチュエータBは、従来と同様に回転板Cに固定され、矢印方向にフォーカシング及びトラッキングが可能である。また、光ディスクのアクセスは、アクチュエータBを不図示のVCM等で光ディスクの半径方向に動かすことによって行う。

このように本実施例を適用した光ピックアップでは、半導体レーザLDの波長が変化しても、焦点のスポット品質が劣化してビーム径が拡大すること、焦点位置が変動することもないため、従来のサーボ方式で光ピックアップ機能を実現する

## 特開昭63-155432 (7)

ことができる。更に、光学系全体を従来の対物レンズと同程度の大きさにまとめることができるため、軽量かつ小型で、しかも低価格な光ピックアップとなる。

第8図は、本発明の第2の実施例を示す構成図である。第1図に示した第1の実施例では入射光を発散光としたが、本実施例は入射光をコヒーレントな平行光（例えば、半導体レーザーLDからの発散光を平行光に変換した光）としたものである。すなわち本実施例は、上記平行光を第1のグレーティングレンズ11で光軸側に回折させ、透明体3内部の光軸と一旦交差させた後に、第2のグレーティングレンズ12によって光軸上の所定の点Pに集束させるようにしたものである。

上記の機能を有するグレーティングレンズ11、12の具体的な空間周波数分布は、第2図の方法において半導体レーザーLDを光軸上の無限遠点に置くことにより、同様にして決定することができる。このようにして得られたグレーティングレンズ11、12によれば、入射する平行光の波長が

基準となる波長 $\lambda$ 。からずれても、第1の実施例と同様に上記平行光を実用上無収差で点Pに集束させることができる。

なお、グレーティングレンズ11、12の空間周波数分布は、レンズ中心から外周に向かってなめらかに増加する分布となる。更に、第2のグレーティングレンズ12は、第9図に示すように光軸方向に進む平面波によって等価的に2つのグレーティングレンズ12a、12bに分割することができる。その一方のグレーティングレンズ12aは、平面波を1点に集束させるインライン型グレーティングレンズであって、第12図に示した従来のものと同等である。これに對しもう一方のグレーティングレンズ12bの空間周波数分布は、第1のグレーティングレンズ11の空間周波数帯域と等しい帯域を有し、レンズ中心から外周に向かってなめらかに減少する特殊な分布である。

本実施例においても、第1の実施例と同様に、半導体レーザーの波長変動に対応でき、良好なビームスポット及び安定な焦点位置を得ることができ

ると共に、グレーティングのブレース化を図らなくとも光使用効率を一段と向上させることができる。更にまた、本実施のグレーティングレンズ光学系を一体化して光ピックアップの光学系に用いることも容易であり、このような光ピックアップは軽量かつ小型で、しかも低価格なものとなる。

なお、上述した第1の実施例においては、第1、第2のグレーティングレンズ1、2の代わりに、第3図のように分割された全部で4個のグレーティングレンズ1a、1b、2a、2bを実際に用いてもよく、これと同様に第2の実施例においても、第2のグレーティングレンズ12の代わりに2個のグレーティングレンズ12a、12b（第9図）を用いてもよい。

本発明に係るグレーティングレンズの作成方法としては、電子ビーム描画法によるものが最も確実であり、空間周波数の計算値をデータとして入力すれば、所望のグレーティングレンズが作成出来る。また、所望の波面を光学素子で作り出すことにより、ホログラフィックに作成することも可

能である。更には、スタンパ等により機械的に簡単に複製することもできる。

また、本発明では、上記各実施例のように第1、第2のグレーティングレンズ1、2もしくは11、12はたった1対である必要はなく、1次元もしくは2次元的に複数対配列されていてもよい。その一例を第10図に示す。これは、第1図に示した第1の実施例に係るグレーティングレンズ光学系をアレイ状に複数対配列したものである。

従来のレンズアレイとしては、第17図に示すようにロッドレンズを束にしたロッドレンズアレイや、第18図に示すように基板に球状の屈折率分布を持たせてレンズとした屈折率分布型レンズアレイが知られている。しかし、ロッドレンズアレイでは、ロッドの長さが約8mmと長く、かつコストが高いという問題があり、また屈折率分布型レンズアレイでは、薄くはなるが開口数(NA)が0.3程度しかとれず、しかも収差が生じるといった問題があった。これに對し第10図に示したグレーティングレンズアレイでは、まずレンズ直径



## 特開昭63-155432(8)

を小さくできるために密度を上げることができ、よって解像度を向上させることができる。しかも、開口数(NA)を0.5以上と大きくとれるので、ビームを非常に小さく絞れる。更に、前述したように波長による色収差が少ない(±20nm程度まで可能)ため、半導体レーザだけではなくLED(波長半値幅20~40nm)を光源として用いることもできる。

第10図のグレーティングレンズアレイを、例えばファクシミリやプリンタ等に使用されるLEDアレイ用レンズアレイに適用した一例を第11図に示す。これは、千鳥状にアレイ化された個々のグレーティングレンズ光学系に対応する位置に、それぞれLED(波長半値幅30nm程度のもの)を配置して一体化したものである。このような構成においては、例えばレンズピッチ $p=170\mu\text{m}$ 、実効ピッチ $q=85\mu\text{m}$ と小さくできる。レンズ列を増やせば、実効ピッチ $q$ を更に小さくできる。また、LEDと第1のグレーティングレンズ1との距離 $l_1$ を $200\mu\text{m}$ 、第1、第2のグレーティ

ングレンズ1、2間の距離 $d$ を $400\mu\text{m}$ とし、第2のグレーティングレンズ2と結像対象(例えば静電ドラム)面Rとの距離 $l_2$ を解像度により適宜さだめることができる(例えば数 $\mu\text{m}$ のビーム径の場合は $l_2\approx 200\mu\text{m}$ 、数 $10\mu\text{m}$ のビーム径の場合は $l_2\approx 2000\mu\text{m}$ )。

なお、このようなレンズアレイは、プラスチック基体を用いて形状複製により作成することができる。具体的には、上述したような寸法に基づき電子ビームにより第1、第2のグレーティングレンズに係るグレーティングパターンを描画し、この描画したレジストパターンから通常の方法でNスタンプを作成し、プラスチック基体に対してインジェクションを施すことにより、グレーティングレンズアレイを複製する。

このようにして得られたレンズアレイは、開口数(NA)を大きくとれるためにLED光の集光効率が良く、またビーム径を小さくできるために高解像印字が可能になる。

## (発明の効果)

本発明のグレーティングレンズ光学系によれば、入射光の波長変動に対しても、収差の生じない良好なビームスポットと、所定点からずれることのない安定した焦点位置とを得ることができ、従って光ピックアップやLEDアレイ用レンズアレイを初めとする各種分野への実用化が可能になる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を示す構成図、

第2図は同実施例に係る第1、第2のグレーティングレンズ1、2の空間周波数の決定方法を示す図、

第3図は上記第1、第2のグレーティングレンズ1、2の空間周波数分布特性の説明図、

第4図は上記第1、第2のグレーティングレンズ1、2の空間周波数分布の特徴を示す図、

第5図は上記実施例のグレーティングレンズ光学系と半導体レーザとを一体化してなる半導体レーザ光集束モジュールの一例を示し、同図(a)は断

面図、同図(b)は外観斜視図、

第6図(a)は上記実施例のグレーティングレンズ光学系を光ピックアップの光学系に適用した一例を示す構成図、

第6図(b)は同図(a)に示したミラー8の埋込み方法の一例を示す図、

第7図は上記実施例のグレーティングレンズ光学系を用いて構成した光ピックアップの一例を示す斜視図、

第8図は本発明の第2の実施例を示す構成図、

第9図は同実施例に係る第1、第2のグレーティングレンズ11、12の空間周波数分布特性の説明図、

第10図は上記第1の実施例をアレイ状に配列したグレーティングレンズアレイの一例を示し、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A断面図、

第11図は上記グレーティングレンズアレイを適用したLEDアレイ用レンズアレイの一例を示し、同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のB-B断面図、同図(c)は同図(a)のC-C断面図、

## 特開昭63-155432 (9)

第12図(a)及び(b)は従来のインライン型グレーティングレンズの機能及びその欠点を示す図、

第13図(a)～(c)は従来の各種のグレーティングレンズを示す概略構成図、

第14図(a)及び(b)は従来のオフアキス型グレーティングレンズの機能及びその欠点を示す図、

第15図(a)、(b)はそれぞれ単一モード半導体レーザと多モード半導体レーザの発振波長の様子を示す図、

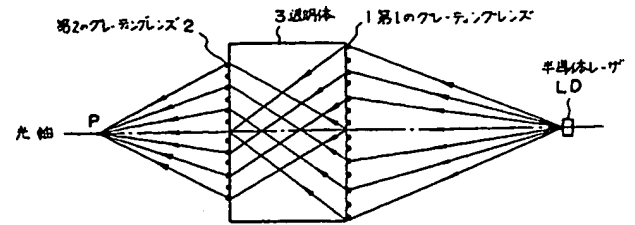
第16図は単一モード半導体レーザにおける発振波長の温度依存性を示す図、

第17図は従来のロッドレンズアレイを示す斜視図、

第18図は従来の屈折率分布型レンズアレイを示す斜視図である。

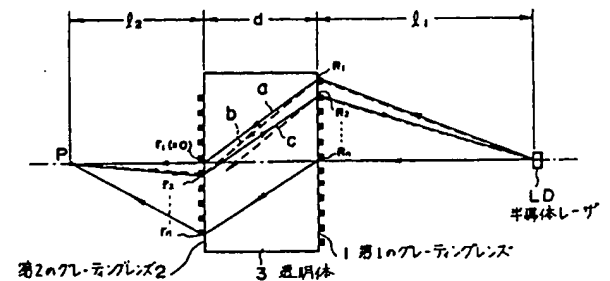
1. 11・・・第1のグレーティングレンズ、
2. 12・・・第2のグレーティングレンズ、
- 3・・・透明体。

特許出願人 富士通株式会社



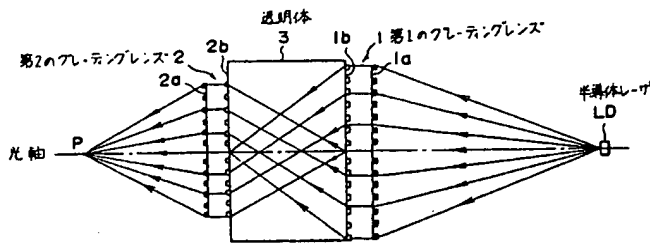
本発明の第1の実施例

第1図



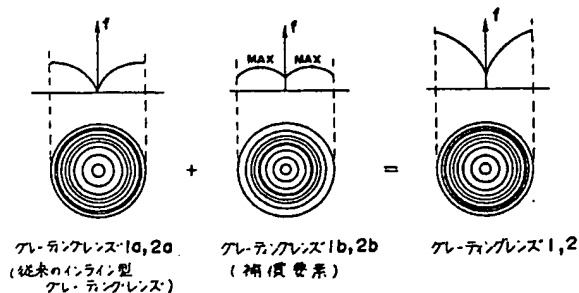
グレーティングレンズ1,2の空間周波数の決定方法

第2図



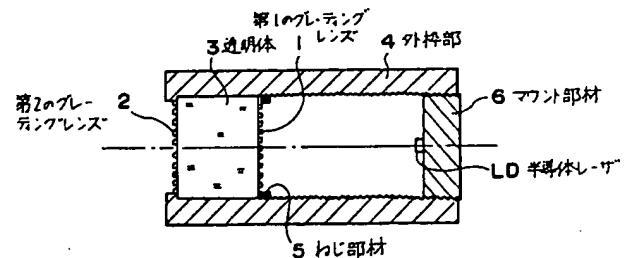
グレーティングレンズ1,2の空間周波数分布特性

第3図

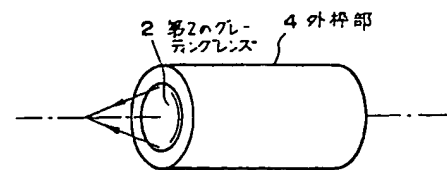


グレーティングレンズ1,2の空間周波数分布特性

第4図



(a)断面図

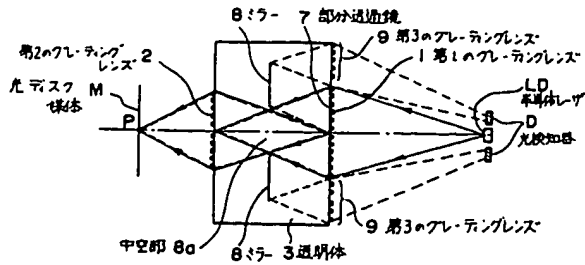


(b)外観斜視図

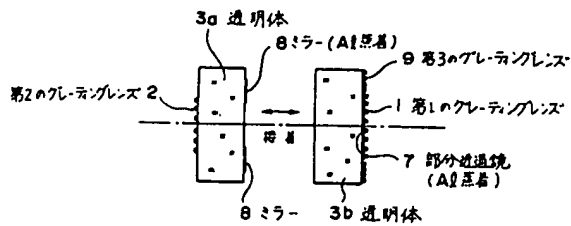
第1の実施例を用いた半導体レーザ光集束モジュール

第5図

特開昭63-155432 (10)

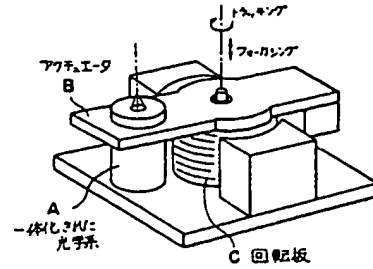


(a) 第1の実施例を用いた光ピックアップの光学系



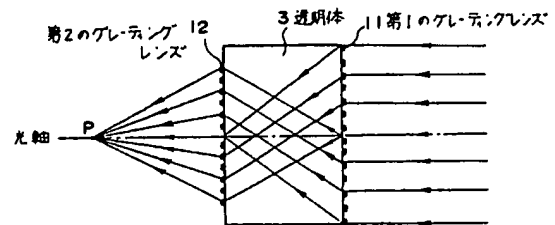
(b) ミラー8の埋込み方法の一例

第6図



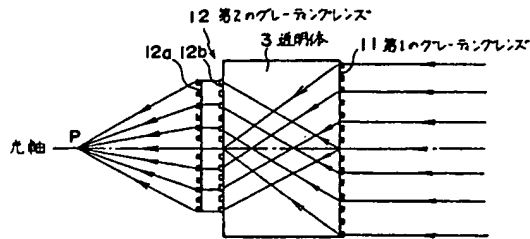
第1の実施例を用いた光ピックアップの構成例

第7図



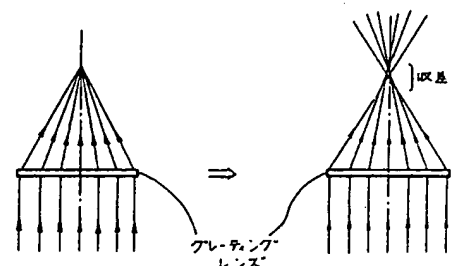
本発明の第2の実施例

第8図



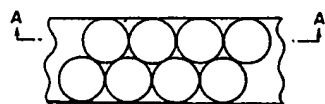
クレ-ティングレンズ11,12の空間周波数分布特性

第9図

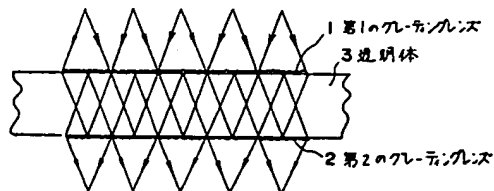
(a)  $\lambda_0$ (b)  $\lambda (>\lambda_0)$ 

従来のインライン型クレ-ティングレンズ

第12図



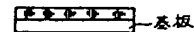
(a) 平面図



(b) A-A断面図

第1の実施例を用いたクレ-ティングレンズの実例

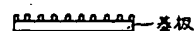
第10図



(a) 体積型ホログラムレンズ



(c) フレズネ型クレ-ティングレンズ

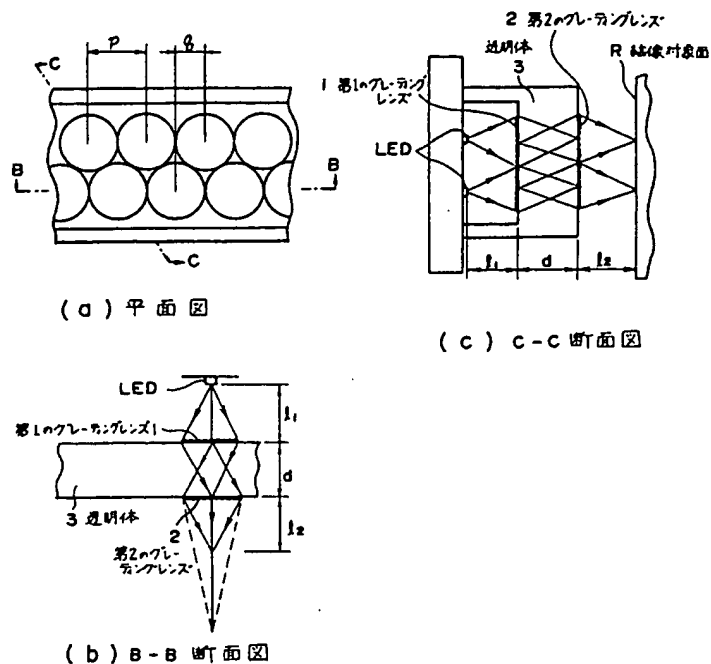


(b) 表面レリーフ型クレ-ティングレンズ

各種のクレ-ティングレンズ

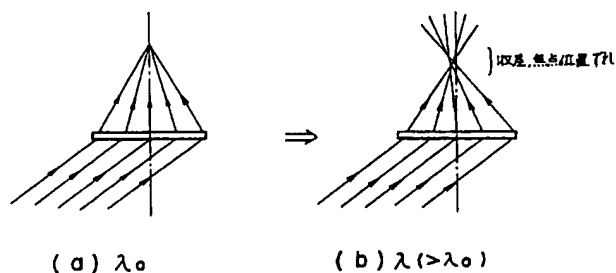
第13図

特開昭63-155432 (11)



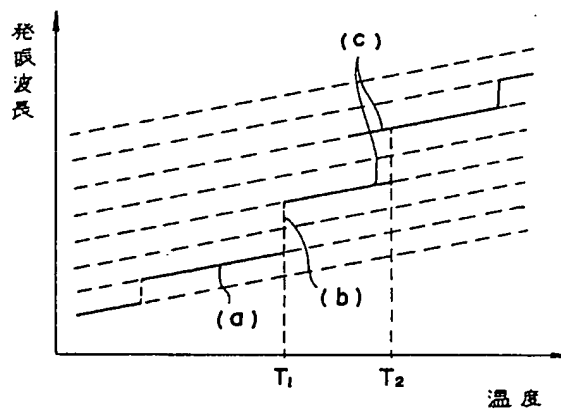
第1の実施例を用いたLEDアレイ用レンズアレイ

第11図



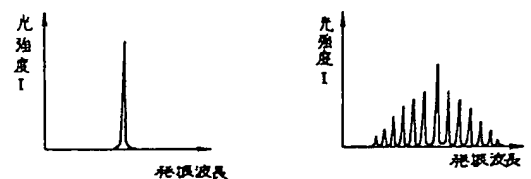
従来のオフアキシ型フレネルレンズ

第14図



単一モード半導体レーザにおける発振波長の温度依存性

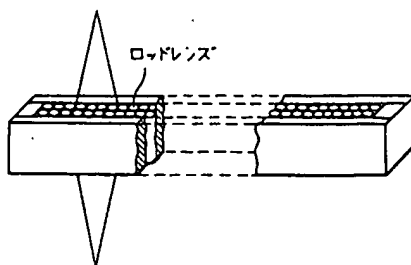
第16図



半導体レーザの発振波長

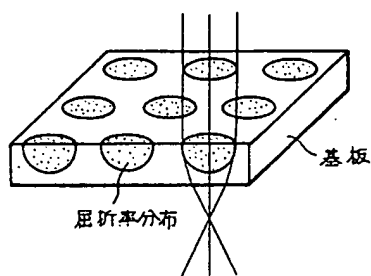
第15図

特開昭63-155432 (12)



従来のロッドレンズアレイ

第 17 図



従来の屈折率分布型レンズアレイ

第 18 図

第1頁の続き

⑦発明者 稲垣 雄史 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内